

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-203872

(43)Date of publication of application : 18.07.2003

(51)Int.Cl.

H01L 21/205

H01L 21/331

H01L 29/737

(21)Application number : 2002-003499

(71)Applicant : HITACHI KOKUSAI ELECTRIC INC

(22)Date of filing : 10.01.2002

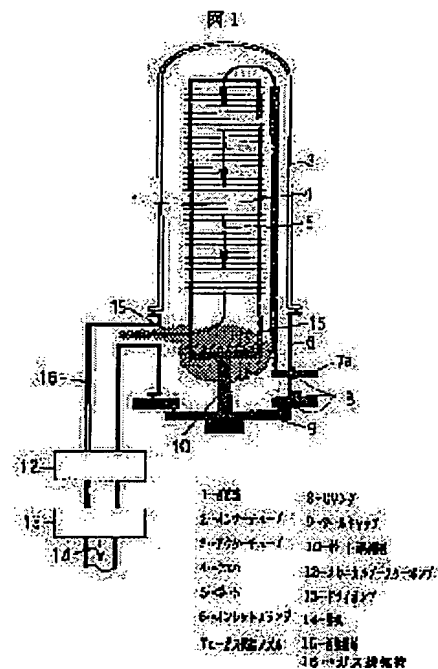
(72)Inventor : MORIYA ATSUSHI  
INOKUCHI YASUHIRO  
KUNII YASUO

## (54) VERTICAL SEMICONDUCTOR MANUFACTURING DEVICE AND SEMICONDUCTOR DEVICE MANUFACTURING METHOD

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a vertical semiconductor manufacturing device and a semiconductor device manufacturing method by which an epitaxial film can be grown, even at a pressure of 0.1 Pa or higher without the need to be under a ultra-high vacuum condition, a high cleanliness reaction atmosphere can be attained by introducing a source gas downward from an upper side of a reaction chamber, and uniformity of a film thickness can be secured without thinning of the film thickness and retarding of a film deposition rate caused due to the shortage of the source gas at downstream, and without using a nozzle for an additional gas.

**SOLUTION:** The manufacturing device is a vertical reduced pressure CVD system wherein a reaction atmosphere of a wafer 4 is retained in a high clean state, and a high quality epitaxial growth film of Si, SiGe or SiGeC can be obtained, even at a medium vacuum region by using a mechanical booster pump 12 and a dry pump 13, and by introducing the source gas from an upper part of the reaction chamber 1 and evacuating 14 from the lower part of the reaction chamber 1. The manufacturing method of the semiconductor device of a high quality epitaxial growth film is achieved, by applying hydrogen annealing to a substrate before film deposition and by removing pollutants and oxide films.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

29.09.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than

the examiner's decision of rejection or  
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-203872

(P2003-203872A)

(43)公開日 平成15年 7月18日 (2003. 7. 18)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

デマート\* (参考)

H 0 1 L 21/205

H 0 1 L 21/205

5 F 0 0 3

21/331

29/72

H 5 F 0 4 5

29/737

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願2002-3499 (P2002-3499)

(22)出願日 平成14年 1月10日 (2002. 1. 10)

(71)出願人 000001122

株式会社日立国際電気

東京都中野区東中野三丁目14番20号

(72)発明者 森谷 敦

東京都中野区東中野三丁目14番20号 株式

会社日立国際電気内

(72)発明者 井ノ口 泰啓

東京都中野区東中野三丁目14番20号 株式

会社日立国際電気内

(74)代理人 100075753

弁理士 和泉 良彦 (外 1 名)

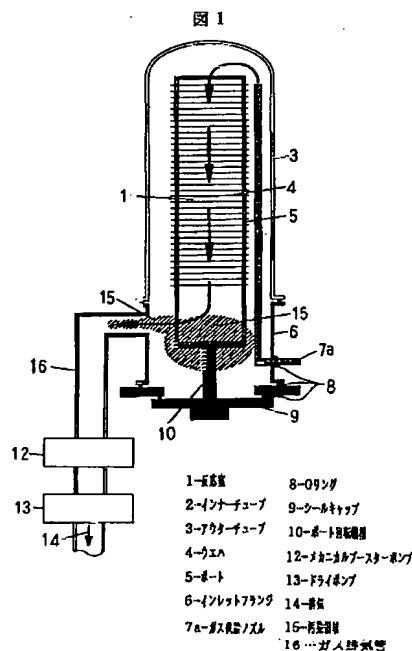
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 縦型半導体製造装置と半導体デバイス製造方法

(57)【要約】

【課題】超高真空とはしないで、0.1 Pa以上の圧力でもエピタキシャル膜の成長を可能とし、反応室の上側から下側の方向に原料ガスを導入して、高清浄な反応雰囲気を実現し、下流で原料ガスが不足して膜厚が薄くなったり、また成膜速度を遅くしたり、ガス継ぎ足しノズルを用いなくても膜厚の均一性が確保できる縦型半導体装置と半導体デバイス製造方法を提供する。

【解決手段】メカニカルブースターポンプ12とドライポンプ13を使用し、原料ガスを反応室1の上部から導入し反応室1の下部から排気14することにより、ウェハ4反応雰囲気を高清浄に保持し、中真空領域であっても、良質のSi、SiGeまたはSiGeCのエピタキシャル成長膜が得られる縦型減圧CVD装置とする。また、成膜前に基板を水素アニール処理して汚染物質および酸化膜を除去し高品質のエピタキシャル成長膜を有する半導体デバイスの製造方法とする。



(2) 003-203872 (P2003-203872A)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】内部に複数枚の被処理基板を所定の間隔で積層保持される反応室と、

上記積層保持される被処理基板の処理領域よりも上側から、次の①ないし⑥のうちから選択される少なくともいずれかを反応ガスとして供給するか、

①SiH<sub>4</sub> ガス、

②Si<sub>2</sub>H<sub>6</sub> ガス、

③SiH<sub>4</sub> ガスとGeH<sub>4</sub> ガス、

④Si<sub>2</sub>H<sub>6</sub> ガスとGeH<sub>4</sub> ガス、

⑤SiH<sub>4</sub> ガスとGeH<sub>4</sub> ガスとCH<sub>3</sub>SiH<sub>3</sub> ガス、

⑥Si<sub>2</sub>H<sub>6</sub> ガスとGeH<sub>4</sub> ガスとCH<sub>3</sub>SiH<sub>3</sub> ガス、

と、

もしくはこれら①ないし⑥のガスにキャリアガスとして水素を添加したガスのうちから選択される少なくともいずれかを反応ガスとして供給するガス供給部と、

上記積層保持される被処理基板の処理領域よりも下側から反応ガスを排気するガス排気管とを有し、

上記ガス排気管にはメカニカルブースタポンプとドライポンプが接続され、

上記反応室内を上記ガス供給部から反応ガスを供給しつつ上記メカニカルブースタポンプと上記ドライポンプで減圧排気しSiエピタキシャル成長膜、またはSiGeエピタキシャル成長膜またはSiGeCエピタキシャル成長膜のいずれかの膜形成を行うことを特徴とする縦型半導体製造装置。

【請求項2】反応室内に複数枚の被処理基板を所定の間隔で積層保持し、該積層保持される被処理基板の処理領域よりも上側から、次の①ないし⑥のうちから選択される少なくともいずれかを反応ガスとして供給するか、

①SiH<sub>4</sub> ガス、

②Si<sub>2</sub>H<sub>6</sub> ガス、

③SiH<sub>4</sub> ガスとGeH<sub>4</sub> ガス、

④Si<sub>2</sub>H<sub>6</sub> ガスとGeH<sub>4</sub> ガス、

⑤SiH<sub>4</sub> ガスとGeH<sub>4</sub> ガスとCH<sub>3</sub>SiH<sub>3</sub> ガス、

⑥Si<sub>2</sub>H<sub>6</sub> ガスとGeH<sub>4</sub> ガスとCH<sub>3</sub>SiH<sub>3</sub> ガス、

と、

もしくはこれら①ないし⑥のガスにキャリアガスとして水素を添加したガスのうちから選択される少なくともいずれかを反応ガスとして供給し、

上記積層保持される被処理基板の処理領域よりも下側から反応ガスをメカニカルブースタポンプとドライポンプにより減圧排気して、

Siエピタキシャル成長膜、またはSiGeエピタキシャル成長膜、またはSiGeCエピタキシャル成長膜のいずれかの膜形成を行うことを特徴とする半導体デバイスの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は縦型半導体製造装置

およびそれを用いたSiエピタキシャル成長膜、SiGeエピタキシャル成長膜、またはSiGeCエピタキシャル成長膜等の膜形成を行う半導体デバイスの製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】成膜温度が800℃以下の低温でSiやSiGeあるいはSiGeCをエピタキシャル成長させるには、反応雰囲気の高清浄化が不可欠である。反応雰囲気に酸素や水分が存在するとエピタキシャル膜を成膜する前に、基板に酸化膜が形成されエピタキシャル成長が阻害され、また炭素やフッ素が存在するとエピタキシャル膜に異物が混入することになり良好な単結晶が得られないためである。

【0003】ここで、従来技術における縦型減圧CVD装置の反応室の構成を図2に示す。図に示すごとく、反応室1は、アウターチューブ3とインナーチューブ2の二重反応管と、インレットフランジ6、シールキャップ9等により構成され、シールキャップ9上にポート5が載せられ、そのポート5にウエハ4が配置される。なお、従来の縦型減圧CVD装置の真空排気系は、ガス排気管16に、ターボ分子ポンプ（またはクライオポンプ）11とメカニカルブースタポンプ12とドライポンプ13を接続した超高真空排気系のポンプが備えられている。

【0004】この反応室1の構成においてCVD反応の原料となるガスは、インレットフランジ6のガス入口7から導入され、そのガスは反応室1の下部から上部へ、インナーチューブ2の内側を通り、そして反応室1の上部でインナーチューブ2とアウターチューブ3の間を介して、インナーチューブ2の外側を通して、反応室1の下部のガス排気管16から排気14される。したがって、ウエハ4の存在する反応雰囲気でのガスの流れは下から上方向となる。

【0005】ここで、インレットフランジ6、ガス入口7およびシールキャップ9部などには、真空シールのためのOリング8が多用され、減圧時にOリング8の成分が脱ガスされたり、あるいはそこから外気がリークする可能性があり、つまり反応雰囲気の汚染源となっている。また、CVD装置によっては、ポート回転機構10が取り付けられており、このポート回転機構10も汚染源となる。これらの汚染源は反応室1の下部に集中している。

【0006】従来技術の問題点はこれら汚染源がウエハ4の存在する反応雰囲気中でガスの流れに対して上流に位置するため、反応室1の下部から導入されたガスは上記汚染源から汚染物質を含有し、その汚染物質を含有したままのガスは汚染領域15を形成し、ウエハ4の載置位置まで飛来して汚染物質がウエハ4に付着し、CVD反応の膜成長の不良原因となっていた。特に、SiおよびSiGe(C)のエピタキシャル成長などの高純度な

(3) 003-203872 (P2003-203872A)

反応雰囲気が要求されるプロセスにおいては、そのウエハ4に付着する汚染物質が原因でウエハ4の表面にヘイズ（もや、かすみ等）が発生し、良好な品質のエピタキシャル成長膜が得られないという問題があった。

【0007】例えば、従来技術により温度500℃、圧力30Paで、Si(001)基板上に、SiGeのエピタキシャル成長を試みた場合、ウエハの中心部はきれいな鏡面が得られるが、ウエハ周辺部にヘイズが発生し

やすいという問題がある。そこで、ウエハの中心部と周辺部をそれぞれSIMS (Secondary Ion Mass Spectrometry: 二次イオン質量分析法) で分析した結果、表1に示すように、基板（ウエハ）とSiGe膜の界面にウエハ周辺部ではC（炭素）やF（フッ素）などのリング構成成分が大量に検出された。

【0008】

【表1】

表1

		基板とSiGe膜界面での汚染量	
		ウエハ周辺	ウエハ中央
汚染物質 (atoms/cm <sup>2</sup> )	O	$2 \times 10^{14}$	$6 \times 10^{13}$
	C	$2 \times 10^{13}$	$5 \times 10^{13}$
	F	$5 \times 10^{11}$	$2 \times 10^{11}$

すなわち、反応室1の下部のインレットフランジ6、シールキャップ9、ポート回転機構10等の反応室1の下部のガス入口7部で多用されているリング8の成分が脱ガスし、反応雰囲気中に持ち込まれ、それらがウエハ周辺に吸着し、エピタキシャル成長を阻害していることが分かった。従来技術では、これらの問題を解決するためにターボ分子ポンプ（またはクライオポンプ）11などを用いたUHV-CVD（超高真空化学気相成長）による装置構成にして、超高真空に排気し、汚染分圧を下げることでSiやSiGe(C)膜のエピタキシャル成長を行っていた。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかし、超高真空対応とした場合、ポンプの台数が増えメンテナンスが煩雑になるばかりでなく、装置価格も高くなるという問題がある。また、超高真空対応とした場合、通常のターボ分子ポンプが用いられるが、ガスを多量に流すと、当然のことながら圧力が高くなりターボ分子ポンプの動作可能圧力範囲（超高真空領域）を越えてしまい、ポンプに負荷がかかり過ぎて停止してしまうので、多量のガスを流すことができないので、そのためガスの流れ方向に対し下流では原料ガスが不足して膜厚が薄くなったり、SiGe(C)のエピタキシャル成長の場合では、下流でGe比率が低くなる問題があり、また原料ガスの消費率を抑えるため成膜速度を遅くしなくてはならず、スループットの悪化の原因となっていた。

【0010】また、成膜速度を遅くしたくない場合、下流で原料ガスが不足しないように反応室内に1本あるいは複数本のガス継ぎ足しノズルを設け、途中で原料ガスを補充する方法もある。しかし、この場合もガス継ぎ足しノズルを設けることにより、ノズルはもちろん、その

ガス流量を制御するためのマスフローコントローラなどを追加する必要があり、さらに装置価格が高くなるという問題がある。

【0011】また、SiGe(C)を用いたHBT (Hetero Bipolar Transistor: 異種接合バイポーラトランジスタ) は、高速化、低ノイズ化、低消費電力化が可能なため注目を集めている。これはベース領域にSiと比較してバンドギャップの小さいGeを0～30%程度の比率で連続的に添加することで伝導帯に傾斜を設け、ドリフト電界を形成し電子を加速させて高速化させるものである。このSiGe-HBTの概念図を、図3に示す。ここで、SiGe-HBTでは、SiGeをエピタキシャル成長させる場合、SiGe膜中のGe比率を連続的あるいは段階的に変化させる必要がある。

【0012】SiGe膜は、一般にSiH<sub>4</sub>やSi<sub>2</sub>H<sub>6</sub>などのシリコン含有ガスとGeH<sub>4</sub>ガスを用い成膜されるが、SiGe膜中のGe比率はそれらのガスの流量比によって調整可能である。しかし、上述のように、原料ガスを継ぎ足さなくてはならない場合、SiH<sub>4</sub>やSi<sub>2</sub>H<sub>6</sub>などのシリコン含有ガスとGeH<sub>4</sub>ガスとでガスの消費率が異なるため、Ge比率を連続的あるいは段階的に変化させる際に各Ge比率においてそれらのガスを継ぎ足す流量は一定の比率にはならない。したがって、ノズルでガスを継ぎ足さなくてはならない場合、SiGe膜中のGe比率を連続的に変化させる際、複数本の各ノズル流量を求めるには複雑な計算や多くの実験による条件の設定が必要となり、かつ成膜時のガス流量制御も複雑なものとなり、しいてはGe比率の制御そのものが難しいものとなる。

【0013】本発明の課題は、上記従来技術における問題を解決して、真空排気系をメカニカルブースターボ

(4) 003-203872 (P2003-203872A)

ンプとドライポンプのみで構成し、超高真空中に排気しなくても汚染のない高純度の反応雰囲気を實現し、ガス流れ方向の下流で原料ガスが不足し膜厚が薄くなることがなく、また成膜速度を遅くしたり、ガス継ぎ足しノズルを用いなくても膜厚の均一性を確保することができる縦型減圧CVD装置およびそれを用いた半導体デバイス製造方法を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記課題を達成するため、本発明は特許請求の範囲に記載のような構成とするものである。すなわち、請求項1に記載のように、内部に複数枚の被処理基板を所定の間隔で積層保持される反応室と、上記積層保持される被処理基板の処理領域よりも上側から、次の①ないし⑥のうちから選択される少なくともいずれかを反応ガスとして供給するか、

- ①SiH<sub>4</sub> ガス、
- ②Si<sub>2</sub>H<sub>6</sub> ガス、
- ③SiH<sub>4</sub> ガスとGeH<sub>4</sub> ガス、
- ④Si<sub>2</sub>H<sub>6</sub> ガスとGeH<sub>4</sub> ガス、
- ⑤SiH<sub>4</sub> ガスとGeH<sub>4</sub> ガスとCH<sub>3</sub>SiH<sub>3</sub> ガス、
- ⑥Si<sub>2</sub>H<sub>6</sub> ガスとGeH<sub>4</sub> ガスとCH<sub>3</sub>SiH<sub>3</sub> ガス、

もしくはこれら①ないし⑥のガスにキャリアガスとして水素を添加したガスのうちから選択される少なくともいずれかを反応ガスとして供給するガス供給部と、上記積層保持される被処理基板の処理領域よりも下側から反応ガスを排気するガス排気管とを有し、上記ガス排気管にはメカニカルブースタポンプとドライポンプが接続され、上記反応室内を上記ガス供給部から反応ガスを供給しつつ上記メカニカルブースタポンプと上記ドライポンプで減圧排気しSiエピタキシャル成長膜、またはSiGeエピタキシャル成長膜またはSiGeCエピタキシャル成長膜のいずれかの膜形成を行う縦型半導体製造装置とするものである。

【0015】また、請求項2に記載のように、反応室内に複数枚の被処理基板を所定の間隔で積層保持し、該積層保持される被処理基板の処理領域よりも上側から、次の①ないし⑥のうちから選択される少なくともいずれかを反応ガスとして供給するか、

- ①SiH<sub>4</sub> ガス、
- ②Si<sub>2</sub>H<sub>6</sub> ガス、
- ③SiH<sub>4</sub> ガスとGeH<sub>4</sub> ガス、
- ④Si<sub>2</sub>H<sub>6</sub> ガスとGeH<sub>4</sub> ガス、
- ⑤SiH<sub>4</sub> ガスとGeH<sub>4</sub> ガスとCH<sub>3</sub>SiH<sub>3</sub> ガス、
- ⑥Si<sub>2</sub>H<sub>6</sub> ガスとGeH<sub>4</sub> ガスとCH<sub>3</sub>SiH<sub>3</sub> ガス、

もしくはこれら①ないし⑥のガスにキャリアガスとして水素を添加したガスのうちから選択される少なくともいずれかを反応ガスとして供給し、上記積層保持される被処理基板の処理領域よりも下側から反応ガスをメカニカル

ブースタポンプとドライポンプにより減圧排気して、Siエピタキシャル成長膜、またはSiGeエピタキシャル成長膜、またはSiGeCエピタキシャル成長膜のいずれかの膜形成を行う半導体デバイスの製造方法とするものである。

【0016】

【発明の実施の形態】本発明の縦型減圧CVD装置の反応室の構成の一例を図1に示す。図に示すごとく、図2に示す従来の反応室1のインナーチューブ2を廃止し、ガス供給ノズル（ガス供給部）7aにて原料ガスを反応室1の上部より導入するものである。それ以外については従来技術とほぼ同じ構成である。しかし、本発明の場合、ウェハ4の存在する反応雰囲気でガスの流れは上から下方向となる。

【0017】反応室1の上部ではアウターチューブ3により密閉されているため汚染源は存在しない。そのため、反応室1の上部から導入された原料ガスは汚染されず、高純度のままウェハ4に到達できる。さらに、反応室1の底部のインレットフランジ6、Oリング8、シールキャップ9およびポート回転機構10等の汚染源はガスの流れに対して下流側となり、汚染源からの汚染物質は、汚染領域15に示すごとく、上流から流れてくる原料ガス（反応ガス）によって下流方向に押し出されることになり、ポート5のウェハ4が存在する反応雰囲気に持ち込まれることがなく、そのまま下流側のガス排気管16から排気されるのでウェハ4は汚染されずに済む。

【0018】なお、真空排気系はメカニカルブースターポンプ12とドライポンプ13を用いた。すなわち、ガス排気管16にはメカニカルブースターポンプ12とドライポンプ13が接続されている。上記メカニカルブースターポンプ12は機械的ポンプであって、シリンダとロータとの空間が時間と共に変化することを利用しその空間の気体を排気する構造のものであり、上記ドライポンプ13は油を用いない機械的ポンプであって、本発明の縦型減圧CVD装置の場合、まず、ドライポンプを動作させて、メカニカルブースターポンプ12の動作圧力範囲に排気してから、メカニカルブースターポンプ12を動作させて、本発明の反応室1の圧力範囲である0.1～100Paの圧力に調整するものである。

【0019】また、上記原料ガス導入のためにガス供給ノズル7aを用いなくても、アウターチューブ3に原料ガスの通路を設けるなどして、反応室1の上部からガスを導入するようにしても上記と同様の効果が得られる。また、従来の反応室1のインナーチューブ2を廃止しなくても、原料ガスを上から導入して、そのガスがインナーチューブ2の内側を上から下へ流れるようにしても上記と同様の効果が得られる。

【0020】本発明の縦型半導体製造装置を用い、反応室内にSiH<sub>4</sub> ガスまたはSi<sub>2</sub>H<sub>6</sub> ガス、もしくはS

(5) 003-203872 (P2003-203872A)

$\text{SiH}_4$  ガスまたは  $\text{Si}_2\text{H}_6$  ガスと  $\text{GeH}_4$  ガス、もしくは  $\text{SiH}_4$  ガスまたは  $\text{Si}_2\text{H}_6$  ガスと  $\text{GeH}_4$  ガスと  $\text{CH}_3\text{SiH}_3$ 、もしくはこれらのガスにキャリアガスとして水素を添加したガスのうち、いずれかを反応ガスとして供給しながら、少なくともメカニカルブースターポンプ12で減圧排気し、反応室内圧力を0.1Pa～100Paとし、Siエピタキシャル成長膜、またはSiGeエピタキシャル成長膜、またはSiGeCエピタキシャル成長膜の膜形成を行ったところ、いずれの膜においても良好なエピタキシャル成長膜が得られた。

【0021】例えば、成膜温度为500℃（成膜温度は400℃～800℃の範囲に調整可能）とし、成膜圧力を30Pa（圧力は0.1Pa～100Paの範囲に調整可能）で、Si（001）基板上に、SiGeのエピタキシャル成長を試みたところ、従来技術でウエハ周辺部に発生していたヘイズは解消され、ウエハ全面がきれいな鏡面を得ることができ、良好なエピタキシャルSiGe膜が得られた。また、SiGe膜以外のSi膜またはSiGeC膜においても、ウエハ面間での膜厚均一性、またウエハ面間でのGe比率均一性が良く、ヘイズの発生がなく、きれいな鏡面を得ることができた。

【0022】また、UHV-CVD装置においてインナーチューブを用いないことがあるが、それは超高真空対応とするため排気コンダクタンスを上げるためであり、本発明とは目的が異なる。ターボ分子ポンプやクライオポンプ（図2に示す11）を用いないで、メカニカルブースターポンプ12とドライポンプ13のみの構成による縦型減圧CVD装置において、低真空および中真空領域で反応雰囲気の高清浄化を目的にインナーチューブを廃止し、800℃以下400℃以上の低温でエピタキシャル成長を試みた例は他にない。

【0023】さらに、本発明の縦型半導体製造装置を用い、超高真空にしなくてもエピタキシャル成長を可能とすることで、以下の利点が生じる。ターボ分子ポンプを用いないで、メカニカルブースターポンプとドライポンプのみの構成なので、装置価格を安くでき、またメンテナンスも容易となる。また、多量の原料ガスを流すことが可能となるので、ガス流れに対して下流で原料ガス不足による膜厚低下が少くなり、原料ガスの消費を抑えるために成長速度を遅くする必要が無く、またガス継ぎ足しノズルを複数本用いる必要もなくなる。これに伴い、SiGe-HTBのように、SiGe膜中のGe比率を連続的あるいは段階的に変化させエピタキシャル成長させる場合、ガス継ぎ足しノズルが不要となれば、1系統の $\text{SiH}_4$ や $\text{Si}_2\text{H}_6$ 等のシリコン含有ガスと $\text{GeH}_4$ ガスの流量を制御するだけで良くなり、容易にGe比率の制御が可能となる。

【0024】さらに、メカニカルブースターポンプを大排気量のものにすれば、同じ圧力なら、さらに多量のガスを流すことが出来るようになるので、その効果はさら

に顕著となる。例えば、装置構成にもよるが排気速度18000L/min（毎分）のメカニカルブースターポンプを用いた場合は供給ガス流量が約3slm（

毎分）で、およそ30Paとなるが、これを70000L/minの大排気量メカニカルブースターポンプを用いれば同じ30Paなら供給ガス流量を約5slmまで増やすことができる。同じ圧力なら成膜速度は一定なのでガスの消費量は変わらないが、供給ガスが多ければそれだけガスの消費率は少なくなり、原料ガス不足による膜厚低下の心配が無くなる。

【0025】縦型減圧CVD装置にて一度に処理するウエハ枚数が50枚で、500℃、全圧30Pa、原料ガスに $\text{SiH}_4$ 、 $\text{Si}_2\text{H}_6$ 、キャリアガスに $\text{H}_2$ を用いSiGeを成膜する場合、排気速度18000L/minのメカニカルブースターポンプではガスの消費に伴いガス流れ方向に対して下流で膜厚が薄くなりウエハ面間での膜厚均一性は±4.0%、また $\text{SiH}_4$ ガスと比較して $\text{GeH}_4$ ガスの方が消費率が高いためガス流れ方向に対して下流でGe比率が低くなりウエハ面間でのGe比率均一性は±2.98%であった。これに対して、排気速度70000L/minのメカニカルブースターポンプを用いた場合では、供給ガス流量を増やした分だけガス消費率が改善され、ウエハ面間での膜厚均一性は±2.0%、またウエハ面間でのGe比率均一性は±1.0%に改善された。また、800℃以下400℃以上の低温でも良質なエピタキシャル成長膜を得ることができた。

【0026】

【発明の効果】本発明によれば、反応室上部から原料ガスを導入することで、汚染源がガスの流れに対して下流となるため、供給される原料ガスは汚染されず、また反応室の下部から排気することで、下部に集中している汚染物質を直接排気でき、超高真空中に排気しなくてもメカニカルブースターポンプとドライポンプだけの構成による低真空および中真空領域でも高品質な反応雰囲気が得られ、Si、SiGeまたはSiGeCの良質なエピタキシャル膜の成膜が可能となる。また、超高真空中に排気する必要が無いため大量の原料ガスを流すことができ、ガス継ぎ足しノズルが無くとも膜厚やGe比率の均一性が確保でき、また原料ガスの継ぎ足しが不要であるためGe比率の制御が容易となる利点がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態で例示した縦型減圧CVD装置の反応室の構成を示す模式図。

【図2】従来の縦型減圧CVD装置の反応室の構成を示す模式図。

【図3】Geを0～30%程度の比率で連続的に添加したSiGe-HTBの概念図。

【符号の説明】

- 1…反応室
- 2…インナーチューブ

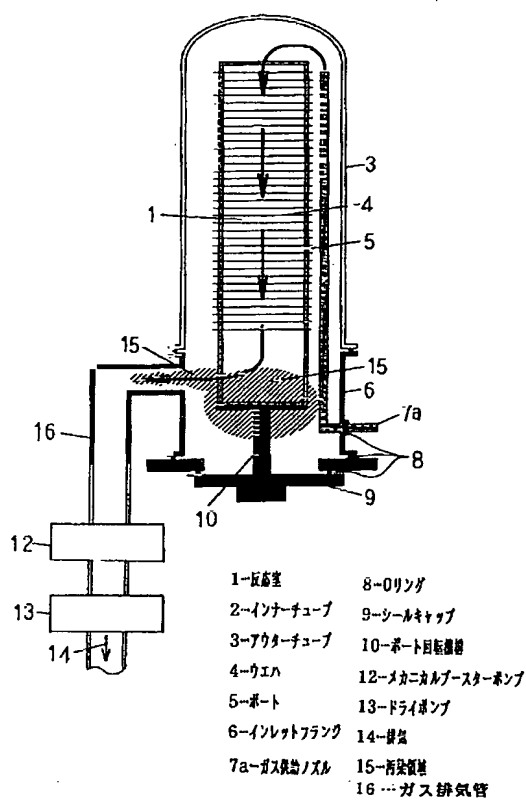
(6) 003-203872 (P2003-203872A)

3…アウターチューブ  
4…ウエハ  
5…ポート  
6…インレットフランジ  
7…ガス入口  
7a…ガス供給ノズル  
8…Oリング  
9…シールキャップ

10…ポート回転機構  
11…ターボ分子ポンプ（またはクライオポンプ）  
12…メカニカルブースターポンプ  
13…ドライポンプ  
14…排気  
15…汚染領域  
16…ガス排気管

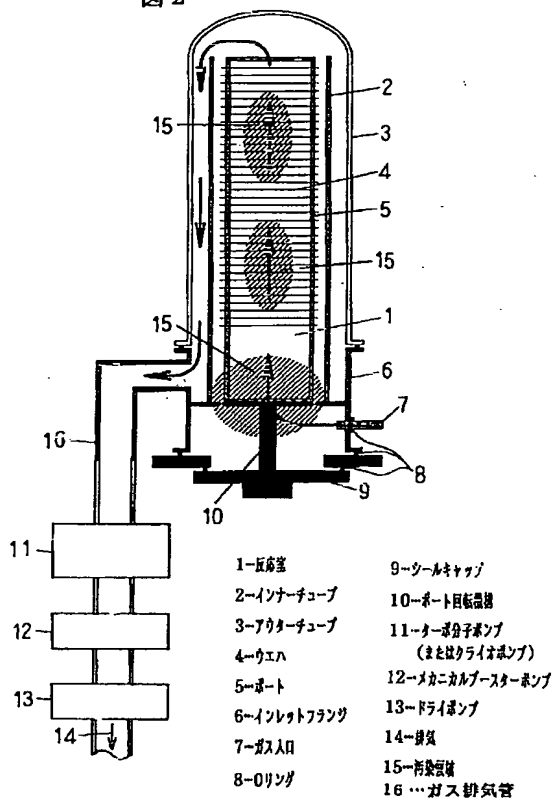
【図1】

図 1



【図2】

図 2

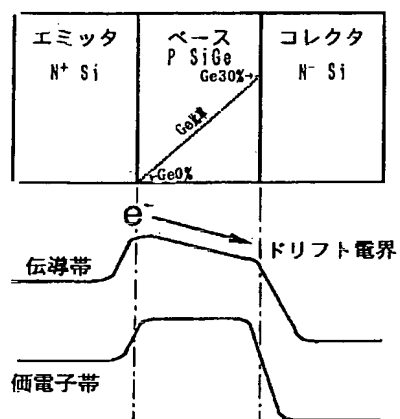




(7) 003-203872 (P2003-203872A)

【図3】

図3



フロントページの続き

(72)発明者 国井 泰夫

東京都中野区東中野三丁目14番20号 株式  
会社日立国際電気内

Fターム(参考) 5F003 BB04 BF06 BG06 BM01 BP31

5F045 AA04 AA06 AB01 AB02 AC01

AC08 AD08 AD09 AD10 AD11

AD12 AE13 AE15 AE17 AE19

BB02 BB03 BB04 BB07 BB08

DP19 EE01 EG03